



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 02 066 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 02 M 51/06**

⑳ Aktenzeichen: 197 02 066.6  
㉔ Anmeldetag: 22. 1. 97  
㉕ Offenlegungstag: 23. 7. 98

**DE 197 02 066 A 1**

㉑ Anmelder:  
Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,  
DE

㉒ Erfinder:  
Augustin, Ulrich, Dr.-Ing., 71394 Kernen, DE

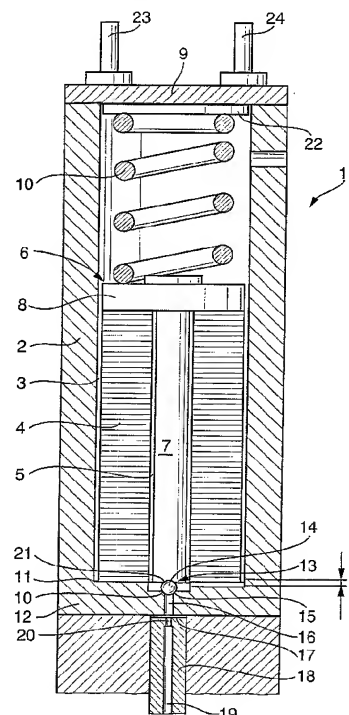
㉓ Entgegenhaltungen:  
US 41 01 076  
RUMPHORST, Martin: Ein neues elektronisches  
Hochdruck-Einspritzsystem für Dieselmotoren,  
In: Motortechnische Zeitschrift 1995, 56,  
S. 142-148;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉔ Piezoelektrischer Injektor für Kraftstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen

㉕ Die Erfindung betrifft einen piezoelektrischen Injektor (1) für Kraftstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, mit einem unter Federvorspannung im Ventilgehäuse (2) geführten Piezo-Aktuator (3), der über ein Betätigungsteil (6) ein Verschlußstück (3) auf seinen Ventilsitz (15) drückt, wobei das Betätigungsteil (6) aus einem den Piezo-Aktuator (3) durchsetzenden Druckstift (7) mit auf dem Piezo-Aktuator (3) aufliegendem Kopfteil (8) besteht, daß Druckstift (7) und Piezo-Aktuator (3) gleiche Länge und gleiches Keramikmaterial aufweisen und daß das Verschlußstück (13) durch den bei geladenem Zustand ausgedehnten Piezo-Aktuator (3) von seinem Ventilsitz (15) abhebbar ist.



**DE 197 02 066 A 1**

Die Erfindung betrifft einen piezoelektrischen Injektor für Kraftstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen nach den im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmalen.

Bei piezoelektrischen Injektoren entspricht die thermische Ausdehnung von Gehäuseteilen des Piezo-Aktuators etwa dem Arbeitshub des Piezo-Aktuators. Demgegenüber ist die thermische Ausdehnung von Piezomaterialien jedoch annähernd null. Es werden daher bekanntlich hydraulische Kompensationsglieder oder Gehäusekombinationen aus Werkstoffen unterschiedlicher thermischer Ausdehnung benutzt.

Aus der MTZ Motortechnische Zeitschrift 56 (1995) 3, S. 142–148, Bild 8 ist ein piezoelektrischer Injektor mit einem stabförmigen Piezo-Aktuator bekannt, der im ausgedehnten, also geladenen Zustand, eine sitzlochgebohrte Einspritzdüse schließt. Der hier dauernd anstehende Hochdruck wird bei Entladung des Aktuators von der Düsennadel zugemessen. Durch Tellerfedern ist die Vorspannung des Systems einstellbar. Die Vorspannkraft muß so groß sein, daß die Düse mit geladenem Aktuator gegen den vollen Kraftstoffdruck abdichtet.

Die geringe Wärmedehnung der Piezokeramik wird durch eine Kombination von CFK (Chlorfluorkohlenwasserstoffe) und Metall im Injektorgehäuse teilweise kompensiert.

Bei derartigen piezoelektrischen Injektoren ist die Bewegungsrichtung des Piezo-Aktuators bei Bestromung gegenüber üblichen Magnetventilen entgegengesetzt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den piezoelektrischen Injektor der gattungsgemäßen Art zu verbessern, und zwar im Hinblick auf eine einfachere Bauweise, bei der das Ventilgehäuse aus Materialien, wie Stahl oder Aluminium, bestehen kann, ohne daß thermische Ausdehnungen dieses Materials einen ungünstigen Einfluß auf die Genauigkeit der Ventilhübe ausüben.

Die Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

In den Unteransprüchen sind noch vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung angegeben.

Durch die besondere Anordnung und Zuordnung des Betätigungsteiles im piezoelektrischen Injektor sowie durch die Bewegungsumkehr des Piezo-Aktuators bei Bestromung ist eine einfache Bauausführung möglich, die trotz des weiteren Einsatzes der beim Ventilgehäuse üblicherweise verwendeten Materialien, wie Stahl oder Aluminium, keine Funktionsbeeinträchtigung der exakten Ventilhübe bewirkt.

Die bei thermischen Belastungen unvermeidbar auftretenden Längenausdehnungen üben somit keinen negativen Einfluß auf die einwandfreie Schließfunktion des Ventiles aus.

Außerdem tritt bei einem elektrischen Defekt am Injektor keine Düsen-Leckage auf, die besonders bei Hochdrucksystemen nach dem Common-Rail-Prinzip zu Motorzerstörungen durch die nicht mehr schließende Düse führen kann, die in Abhängigkeit von der Stellung des mit einem Steuerkolben auf der Rückseite der Düsennadel zusammenwirkenden Verschlußstückes am piezoelektrischen Injektor öffnet oder schließt.

Der gleiche Länge und gleiches Keramikmaterial aufweisende Druckstift und Piezo-Aktuator können auch aus einem keramikähnlichen Material bestehen, z. B. Invar.

Die Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher beschrieben.

Ein piezoelektrischer Injektor 1 für Kraftstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, insbesondere für Hoch-

drucksysteme in der Ausführung als Common-Rail-Systeme, besteht aus einem in einem Ventilgehäuse 2 angeordneten federbelasteten Piezo-Aktuator 3.

Der Piezo-Aktuator 3 ist aus ringförmigen Piezoelementen 4 aufgebaut, die übereinandergeschichtet einen durchgehenden zentralen Hohlraum 5 bilden und somit Platz für ein Betätigungsteil 6 schaffen. Dieses Betätigungsteil 6 setzt sich aus einem Druckstift 7 und aus einem Kopfteil 8 zusammen, von denen das außenbündähnliche Kopfteil 8 auf dem Piezo-Aktuator 3 aufliegt und der Druckstift 7 den Piezo-Aktuator 3 auf ganzer Länge durchsetzt.

Zwischen dem Piezo-Aktuator 3 und einem deckelähnlichen Abschluß 9 am Ventilgehäuse 2 befindet sich eine vorgespannte Druckfeder 10, die sich auf dem Kopfteil 8 des Betätigungsteiles 6 abstützt und einerseits den Piezo-Aktuator 3 auf die Gehäusefläche 11 eines eingezogenen Gehäuseteiles 12 am unteren Ende des Ventilgehäuses 2 und andererseits den mit der Gehäusefläche 11 bündig abschließenden Druckstift 7 auf ein Verschlußstück 13 drückt.

Piezo-Aktuator 3 und Druckstift 7 weisen gleiche Länge und gleiches Keramikmaterial auf.

Das Verschlußstück 13 ist durch eine Ventilkugel 14 gebildet, die auf einem kegelförmigen Ventilsitz 15 aufliegt. Der Ventilsitz 15 steht über eine Bohrung 16 in dem Gehäuseteil 12 des Injektors 1 mit einem Druckraum 17 oberhalb eines Steuerkolbens 18 in Verbindung, welcher über einen Kanal 19 und eine Zulaufdrossel 20 mit Hochdruck aus einer nicht näher dargestellten und als Hochdruckspeicher für alle Injektoren wirkenden Versorgungsleitung (Rail) beaufschlagt wird.

Die Ventilkugel 15 ist durch eine etwa der halben Kugelform angepaßte Ausnehmung 21 lagegesichert.

Zwischen dem deckelähnlichen Abschluß 9 des Ventilgehäuses 2 und dem Kopfteil 7 des Betätigungsteiles 6 befindet sich eine Distanzscheibe 22, über die die Federvorspannung eingestellt werden kann.

Im Bereich des eingezogenen Gehäuseteiles 12 verlaufen die zum Piezo-Aktuator 3 führenden Spannungsführungen (nicht dargestellt), die mit den äußeren Anschlüssen 23, 24 leitend verbunden sind.

Gegebenenfalls kann der aus ringförmigen Piezoelementen 4 bestehende Piezo-Aktuator 3 aus zwei hochragenden, mit Abstand nebeneinanderliegenden Aktuatoren bestehen (nicht dargestellt), zwischen denen der Druckstift 7 verläuft, der die gleiche Länge wie die beiden Aktuatoren hat. Der Druckstift kann anstelle eines außenbündähnlichen Kopfteiles durch eine Brücke mit den Aktuatoren verbunden sein.

Außerdem kann zwischen dem Piezo-Aktuator 4 und der Gehäusefläche 11 des eingezogenen Gehäuseteiles 12 eine nicht näher dargestellte Distanzscheibe eingesetzt sein, mit der die Druckspannung des Druckstiftes 7 im geschlossenen Zustand einstellbar ist.

Wirkungsweise des piezoelektrischen Injektors:

Durch ein Spannungssignal wird sich der vorgespannte Piezo-Aktuator 3 gegen die Kraft der Druckfeder 10 ausdehnen bzw. verlängern. Dadurch wird über den in seiner Länge unveränderten Druckstift 8 die Ventilkugel 14 geöffnet und der Druckraum 17 über dem Steuerkolben 18 entlastet. Der Steuerkolben 18 kann sich nach oben bewegen und eine Düsennadel (nicht dargestellt) von ihrem Ventilsitz freigeben. Entscheidend für die Bewegung der Ventilkugel mit dem Kugelhub  $x$  ist die Relativbewegung zwischen Piezo-Aktuator 3 und Druckstift 7 im Bereich der Gehäusefläche 11 des radial eingezogenen Gehäuseteiles 12. Die bei Temperaturänderungen auftretenden Wärmedehnungen des langgestreckten Ventilgehäuses üben überhaupt keinen Einfluß aus.

Somit sind durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen –

unabhängig von jeglichen Temperatureinflüssen – exakte Ventilhübe möglich, darüber hinaus ist bei Schließlage der Ventilkugel ein einwandfreier Dichtsitz gewährleistet.

Außerdem kann durch die Höhe des Ansteuersignales der Ventilhub gesteuert werden, so daß eine variable Ablauf- 5  
drossel realisierbar wäre.

#### Patentansprüche

1. Piezoelektrischer Injektor für Kraftstoffeinspritzan- 10  
lagen von Brennkraftmaschinen, mit einem unter Federvorspannung im Ventilgehäuse geführten Piezo-Aktuator, der über ein Betätigungsteil ein Verschlußstück auf seinen Ventilsitz drückt, **dadurch gekennzeichnet**, 15  
daß das Betätigungsteil (6) aus einem den Piezo-Aktuator (3) durchsetzenden Druckstift (7) mit auf dem Piezo-Aktuator (3) aufliegendem Kopfteil (8) besteht, daß Druckstift (7) und Piezo-Aktuator (3) zumindest annähernd gleiche Länge und gleiches Keramikmaterial oder in Bezug auf die Wärmeausdehnung keramik- 20  
ähnliches Material aufweisen und daß das Verschlußstück (13) durch den bei geladenem Zustand ausgedehnten Piezo-Aktuator (3) von seinem Ventilsitz (15) abhebbar ist.
2. Piezoelektrischer Injektor nach Anspruch 1, da- 25  
durch gekennzeichnet, daß der Piezo-Aktuator (3) aus ringförmigen Piezo-Elementen (4) aufgebaut ist, in denen der Druckstift (7) des Betätigungsteiles (6) konzentrisch angeordnet ist.
3. Piezoelektrischer Injektor nach Anspruch 1, da- 30  
durch gekennzeichnet, daß der Piezo-Aktuator (3) aus zwei kleinen nebeneinanderliegenden Aktuatoren besteht, zwischen denen sich der Druckstift gleicher Länge erstreckt, wobei die Ankoppelung des Druckstiftes über eine die beiden Aktuatoren verbindenden 35  
Brücke erfolgt.
4. Piezoelektrischer Injektor nach den Ansprüchen 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Piezo-Aktuator (3) auf der unteren Gehäusefläche (11) eines eingezogenen Gehäuseteiles (12) des Ventilgehäuses (12) 40  
aufliegt und der Druckstift (7) des Betätigungsteiles (6) im Bereich dieser Gehäusefläche (11) mit dem Piezo-Aktuator (3) in Schließlage des Verschlußstückes (13) bündig abschließt.
5. Piezoelektrischer Injektor nach Anspruch 4, da- 45  
durch gekennzeichnet, daß das Verschlußstück (13) als Ventilkugel (14) ausgebildet ist, die in einer etwa der halben Kugelform angepaßten Ausnehmung (21) im Druckstift (7) lagegesichert ist.
6. Piezoelektrischer Injektor nach einem der vorherge- 50  
henden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der auf dem Piezo-Aktuator (3) aufliegende Kopfteil (8) des Betätigungsteiles (6) und der obere deckelartige Abschluß (9) des Ventilgehäuses (2) Abstützkörper für eine Druckfeder (10) bilden. 55
7. Piezoelektrischer Injektor nach Anspruch 6, da-  
durch gekennzeichnet, daß zwischen dem deckelartigen Abschluß (9) und dem obenliegenden Federende der Druckfeder (10) eine definierte Distanzscheibe (22) 60  
eingesetzt ist.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

